

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين التاليين:  
الموضوع الأول:

المسألة الأولى دراسة تكنولوجية: (03 نقاط)

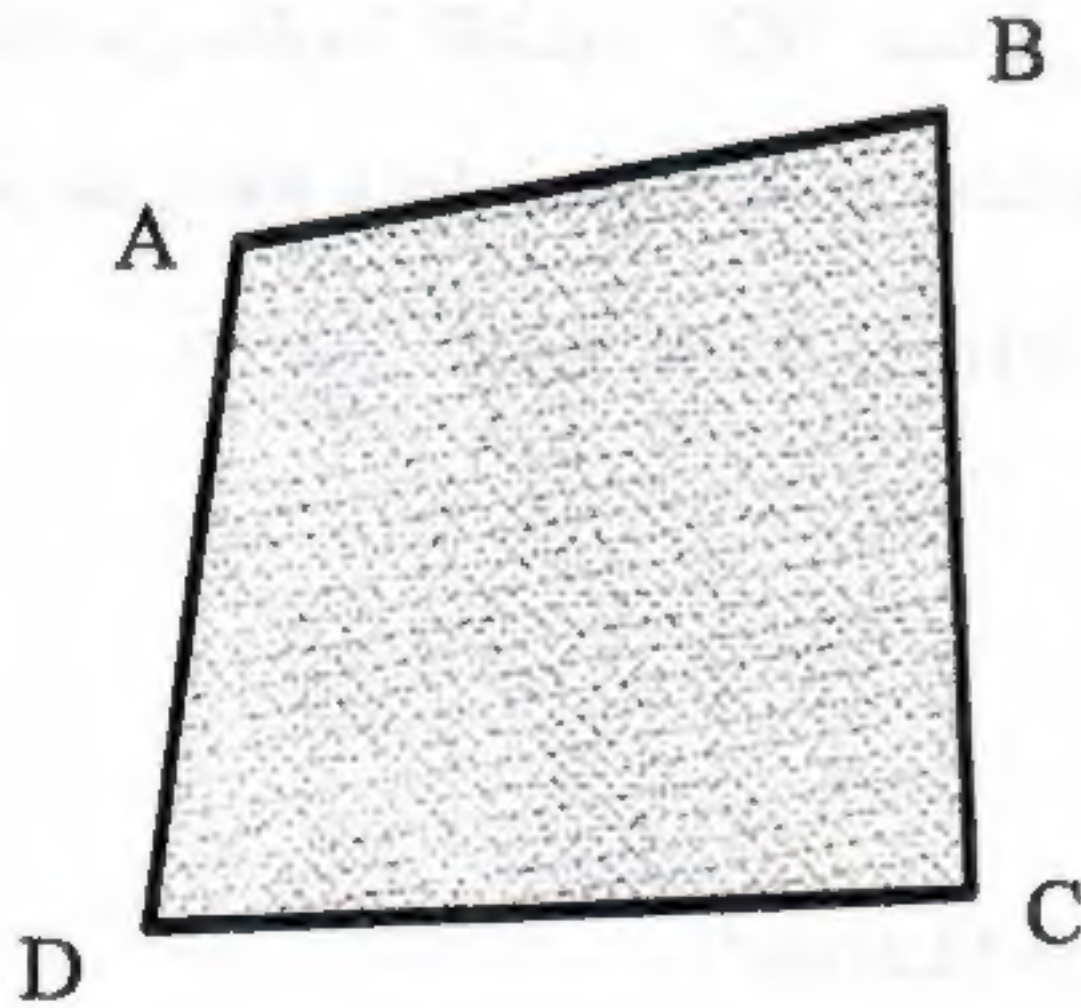
■ ما هي العناصر الحاملة المكونة للمنشأ العلوي لبناية ؟

المسألة الثانية دراسة طبوغرافية: (04.5 نقاط)

قطعة أرض مضلعة "ABCD" مبينة في (الشكل 1) ومعرفة بالإحداثيات القائمة لرؤوسها:

النقاط	X (m)	Y (m)
A	105,30	87,40
B	212,46	102,36
C	216,38	12,78
D	90,60	8,30

■ احسب مساحة القطعة "ABCD"

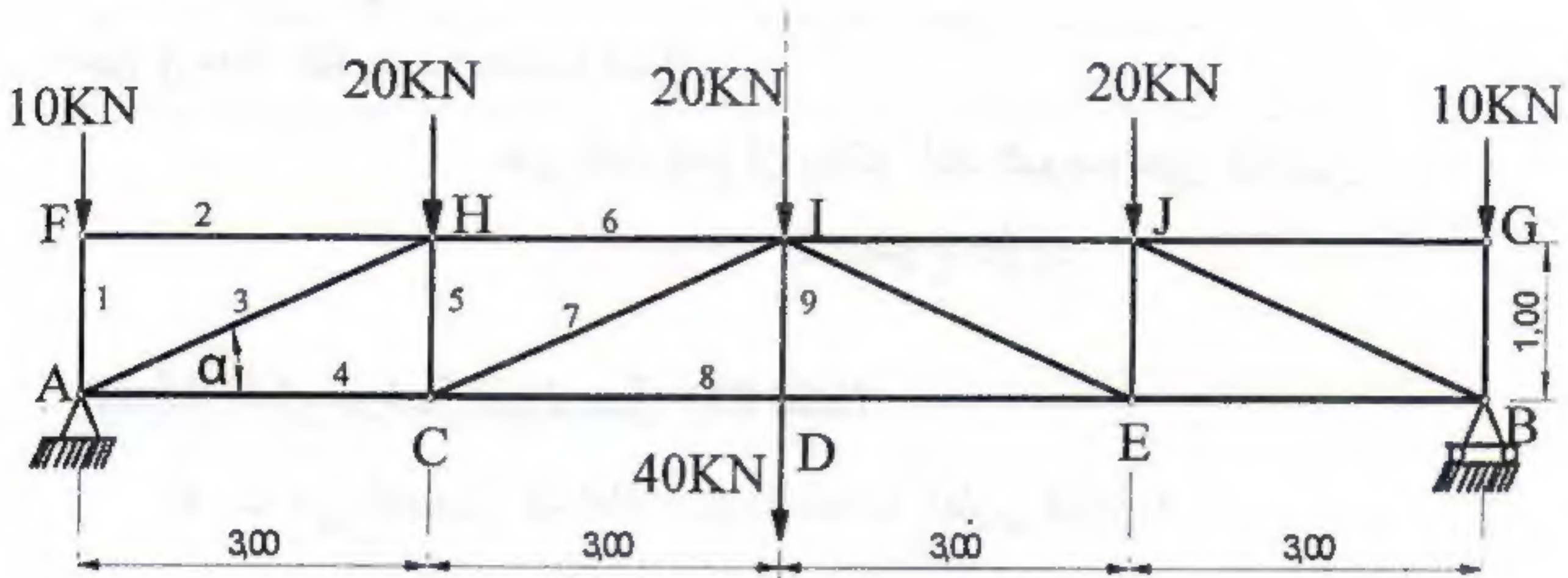


الشكل 1



## المسألة الثالثة دراسة جملة مثلثية: (06 نقاط)

رافدة معدنية على شكل جملة مثلثية متناظرة تخضع لمجموعة من القوى المركزة المتناظرة كذلك كما هو موضح في (الشكل 2):



$$\alpha = 18,43^\circ$$

$$\cos \alpha = 0,95$$

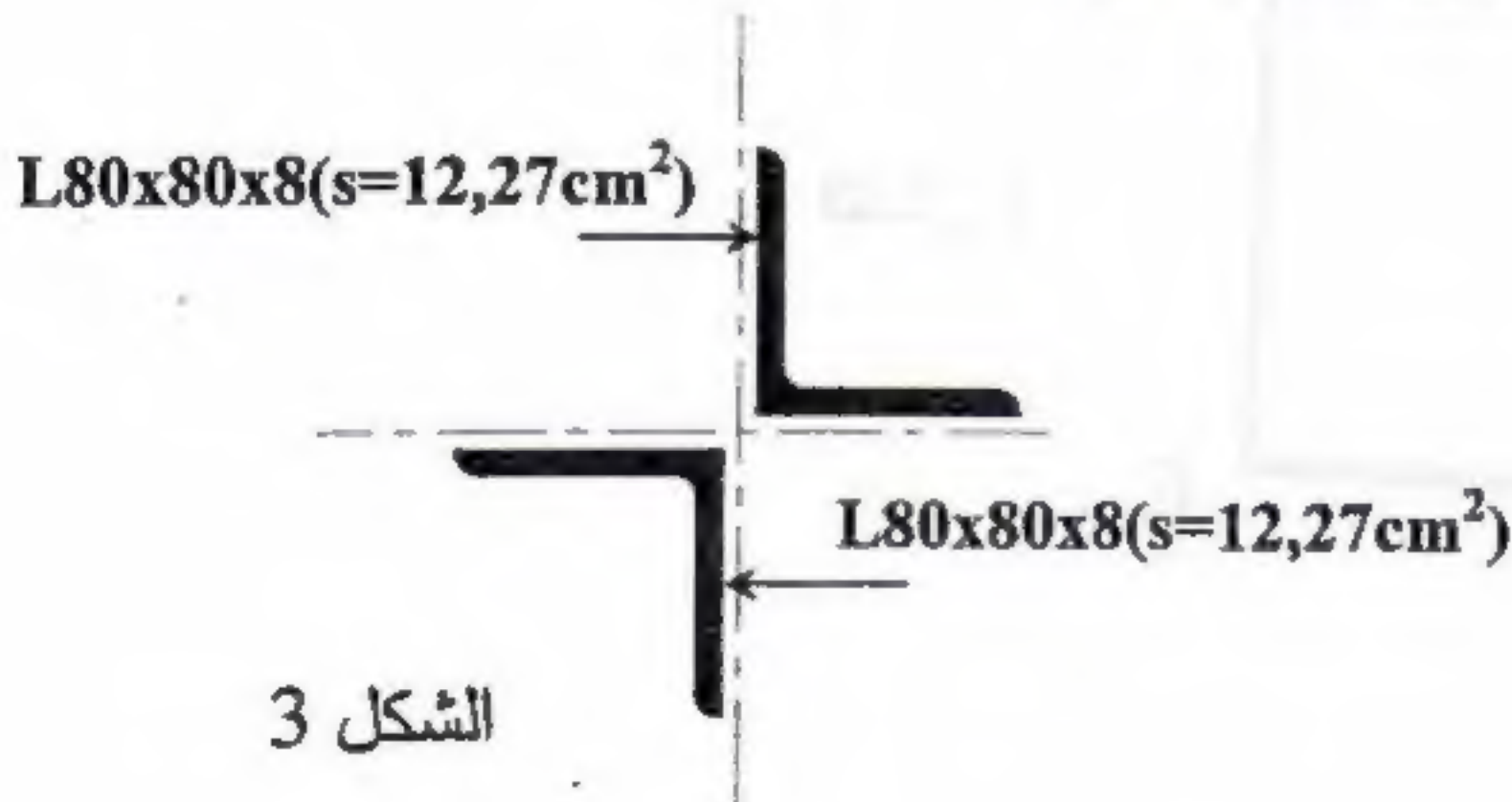
$$\sin \alpha = 0,32$$

الشكل 2

### العمل المطلوب:

1. تأكد من أن النظام محدد سكونياً.
2. احسب ردود الأفعال في المسندين A و B (لاحظ التناظر).
3. احسب الجهود الداخلية المؤثرة في القضبان: (1); (2); (3); (4); (5); (6); (7); و (8) وحدد طبيعتها ثم دوّن النتائج في الجدول المرفق بالصفحة 4 من 8.
4. تأكد من مقاومة القضيب "ID" علماً أن الجهد الداخلي المؤثر فيه  $N_D = 40 \text{ kN}$  و مقطعه العرضي عبارة عن مجنب زاوي مضاعف  $2(L80 \times 80 \times 8)$  كما هو موضح في (الشكل 3):

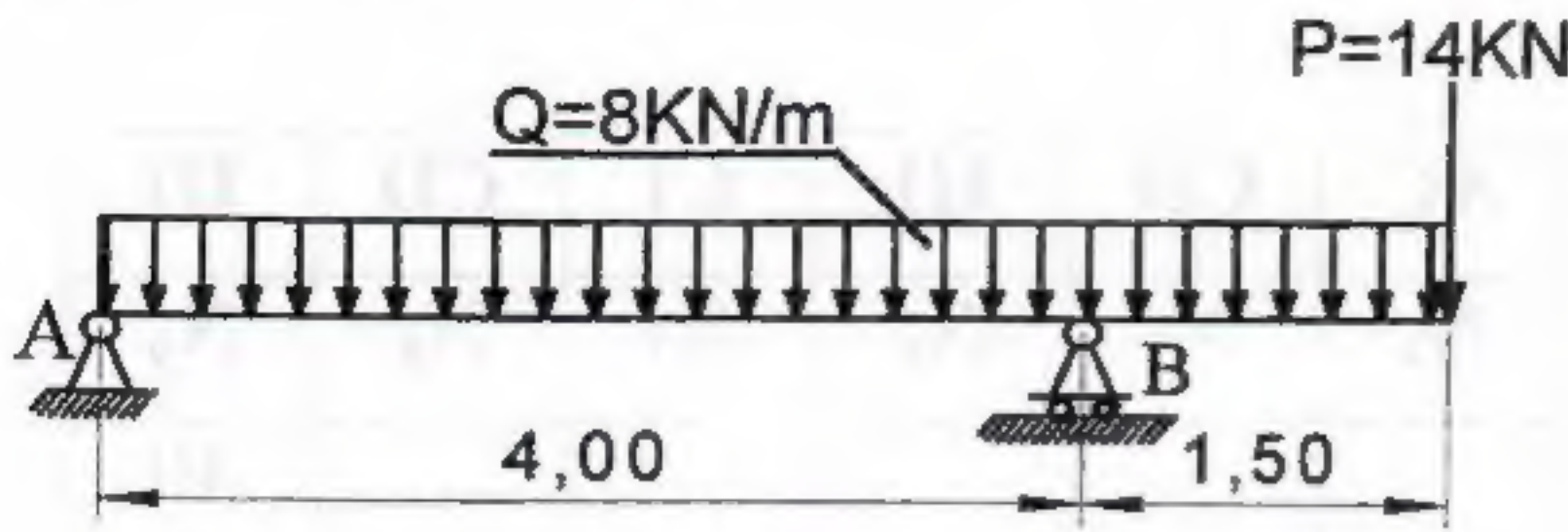
$$\bar{\sigma} = 1600 \text{ daN / cm}^2 \text{ تعطى:}$$



الشكل 3



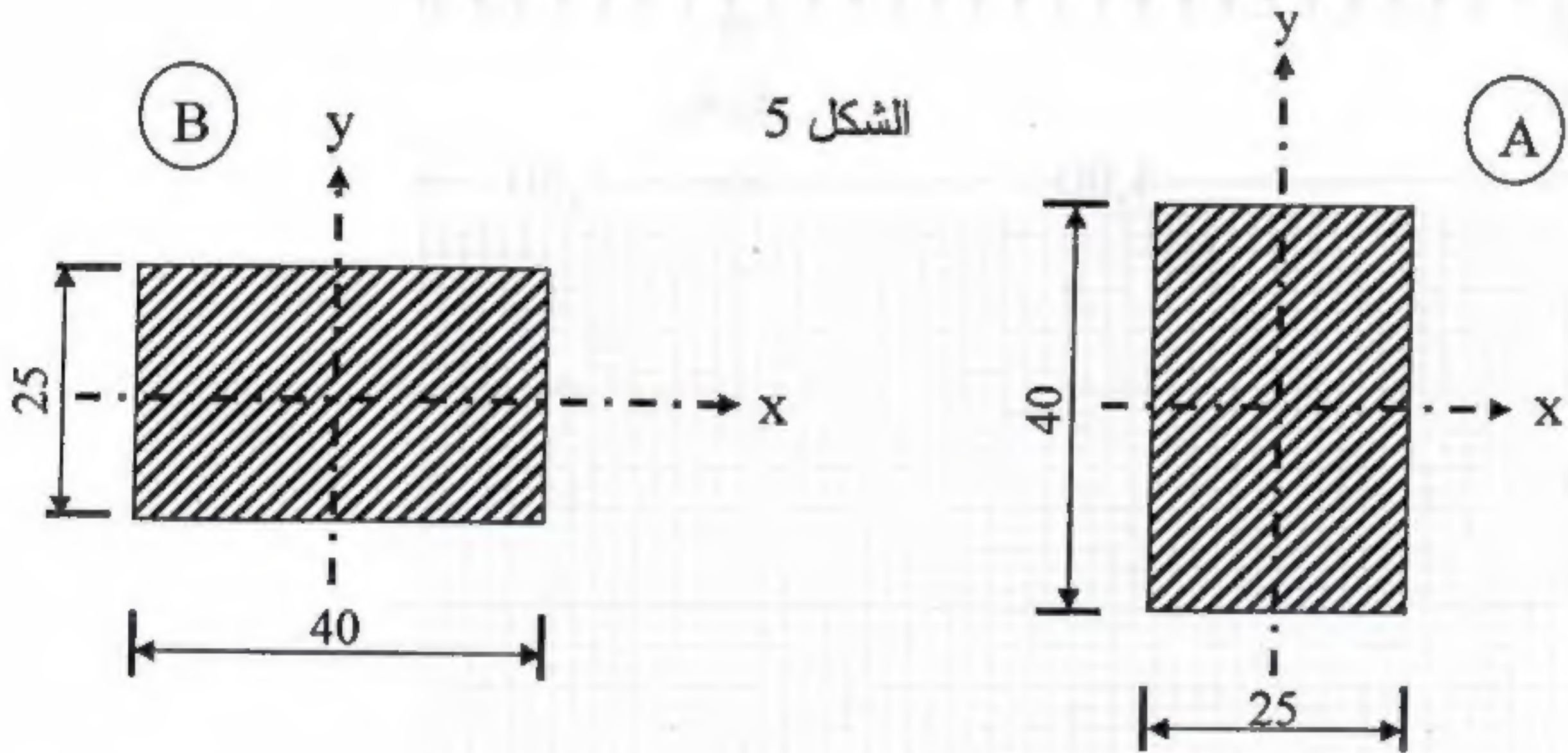
يوضح (الشكل 4) رافدة خاضعة لمجموعة من الحمولات، حيث A مسند مضاعف و B مسند بسيط.



الشكل 4

العمل المطلوب:

- 1- احسب ردود الأفعال في المسندين A و B.
- 2- اكتب معادلات كل من عزم الانحناء  $M_f$  و الجهد القاطع T على طول الرافدة.
- 3- أنجز المنحنى البياني لكل من الجهد القاطع T وعزم الانحناء  $M_f$  على الصفحة 4 من 8. المقطع العرضي للرافدة مستطيل  $(40 \times 25) \text{ cm}^2$  يمكن أن يأخذ إحدى الوضعيتين المبينتين في الشكل 5.



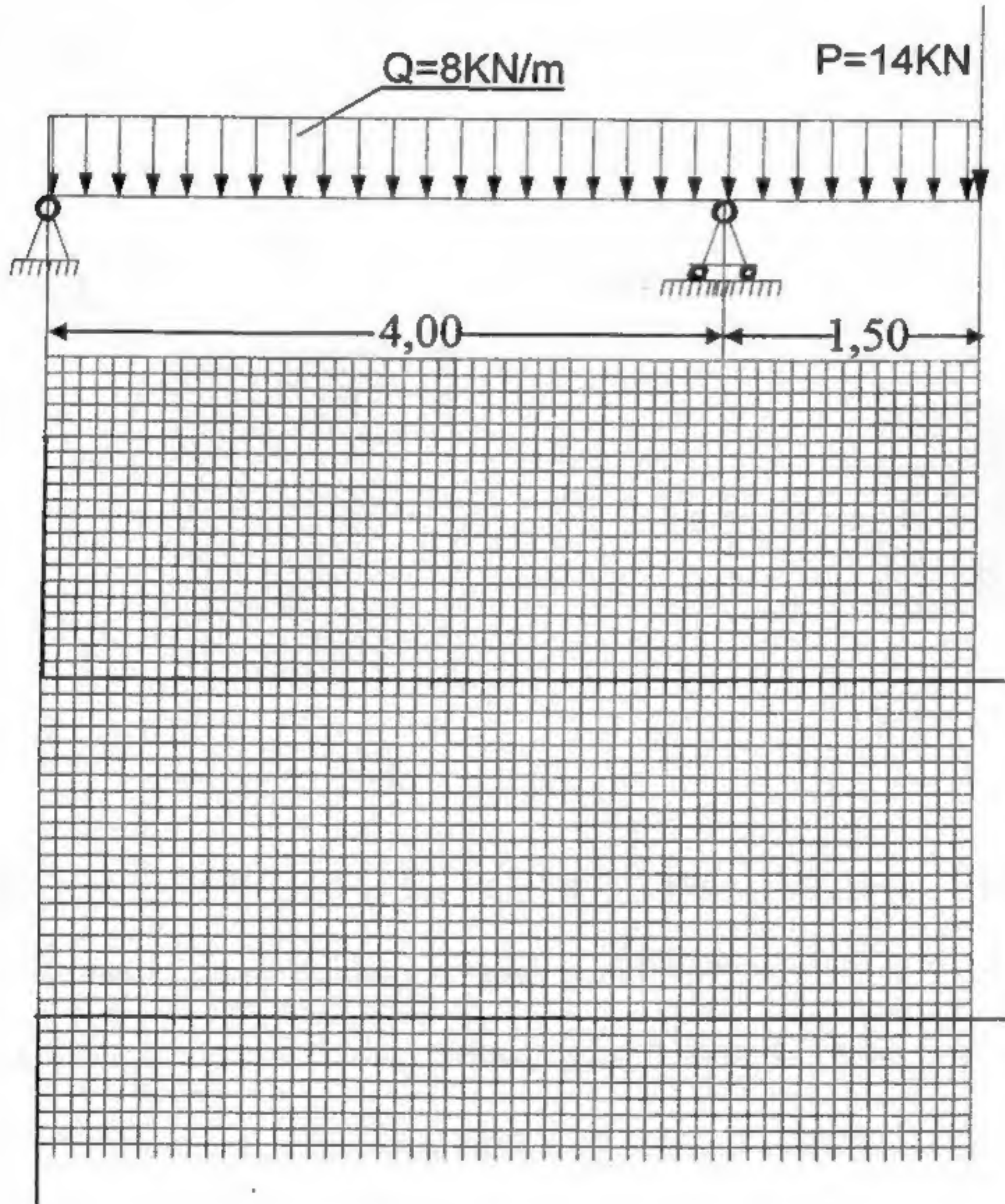
الشكل 5

- 4- علما أن الرافدة تخضع إلى عزم انحناء أعظمي يقدر بـ  $M_{fmax} = 30 \text{ kN.m}$ 
  - (أ) احسب الإجهاد الناظمي الأقصى  $\sigma_{1max}$  الناتج في المقطع حسب الوضعية A.
  - (ب) احسب الإجهاد الناظمي الأقصى  $\sigma_{2max}$  الناتج في المقطع حسب الوضعية B.
- 5- إذا علمت أن وضعية واحدة فقط تحقق المقاومة. استنتج هذه الوضعية مع التعليل.



القضبان	AF	FH	AH	AC	CH	HI	CI	CD	ID
الجهد الداخلي	$N_1$	$N_2$	$N_3$	$N_4$	$N_5$	$N_6$	$N_7$	$N_8$	$N_9$
الشدة (KN)									40
الطبيعة									شد

منحنى خاص بالمسألة الرابعة:

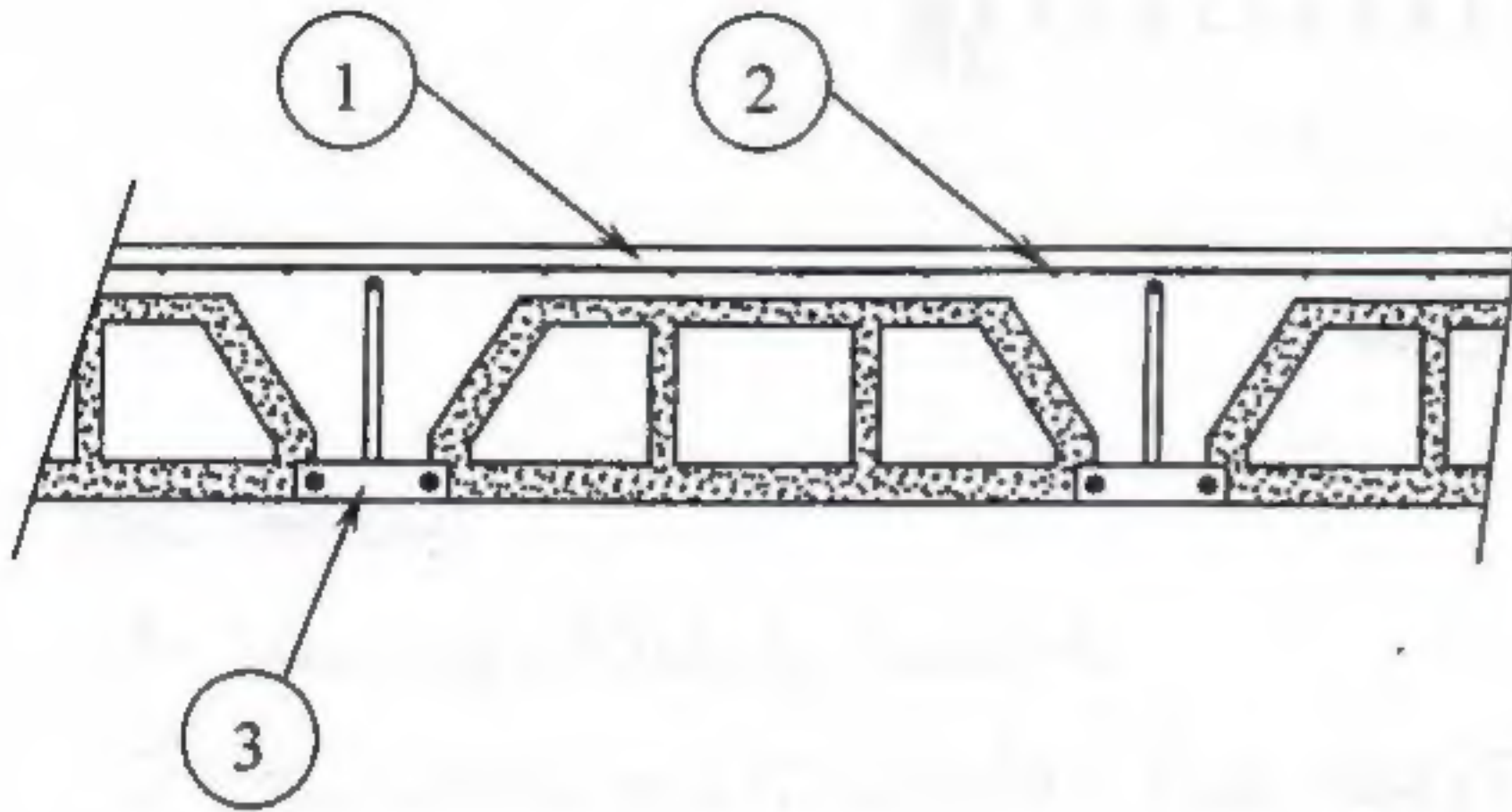


ملاحظة: ينجز العمل المطلوب على الورقة، ويعاد مع الإجابة.



المسألة الأولى دراسة تكنولوجية: (03 نقاط)

يوضح (الشكل 1) مقطعا عرضيا لأرضية مصبوبة من الخرسانة المسلحة ذات أجسام مجوفة. سمّ العناصر المرقمة من 1 إلى 3.



الشكل 1

المسألة الثانية دراسة طبوغرافية: (05 نقاط)

قطعة أرض مضلعة الشكل "ABCD"، تم رصد رؤوس هذا المضلع إنطلاقا من المحطة (O) كما هو مبين في (الشكل 2) فتحصلنا على النتائج التالية:

المحطة	النقاط المرصدة	المسافات الأفقية (m)	الزوايا الأفقية (grades)
O	A	OA=39,21	$\alpha_1 = 93,15$
	B	OB=29,55	$\alpha_2 = 123,10$
	C	OC=33,91	$\alpha_3 = 86,40$
	D	OD=25,39	

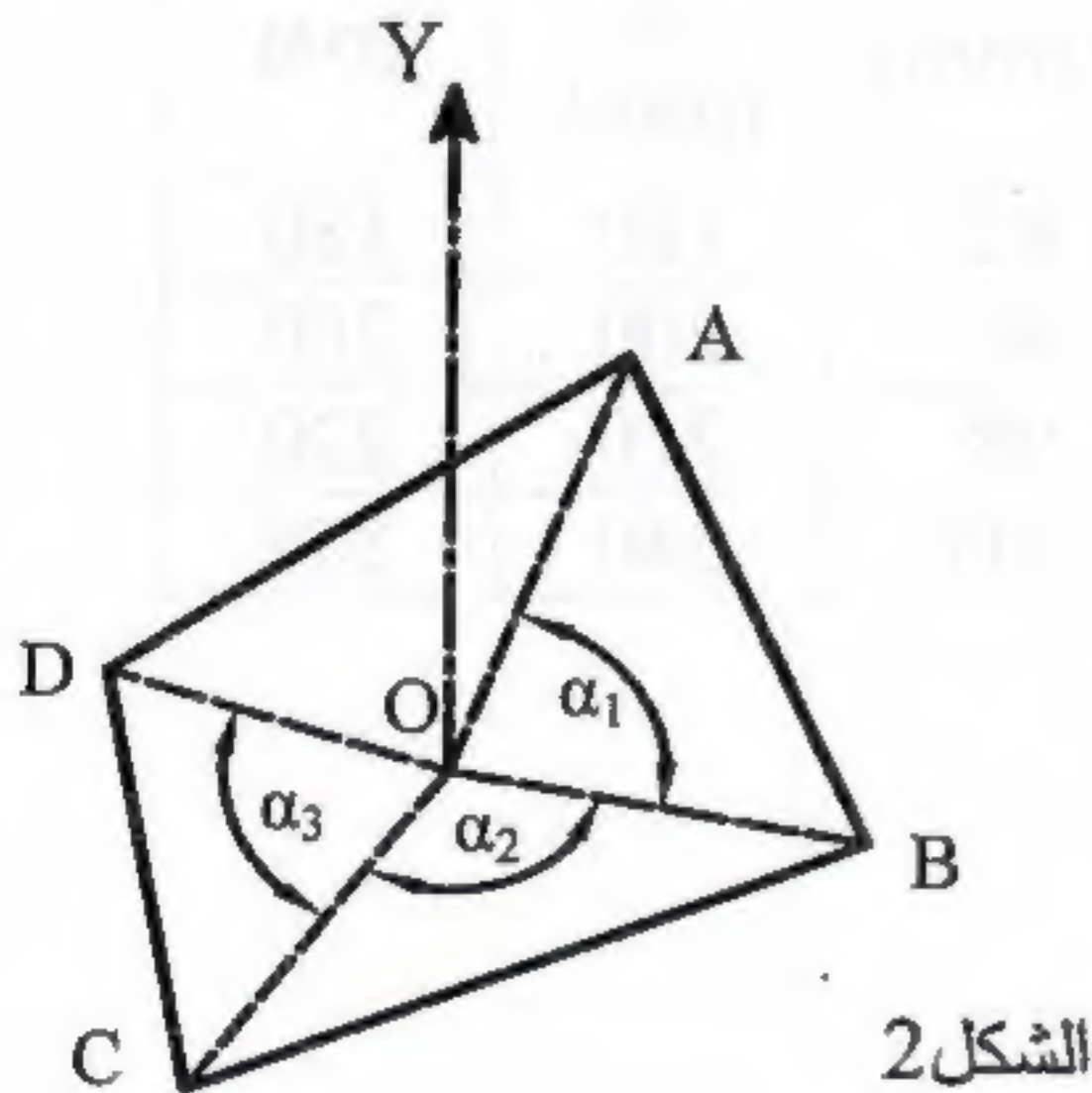
علما أن الإحداثيات القائمة لـ :

المحطة O (1591,81 ; 1969,73)

والنقطة A (1604,00 ; 2007,00)

العمل المطلوب:

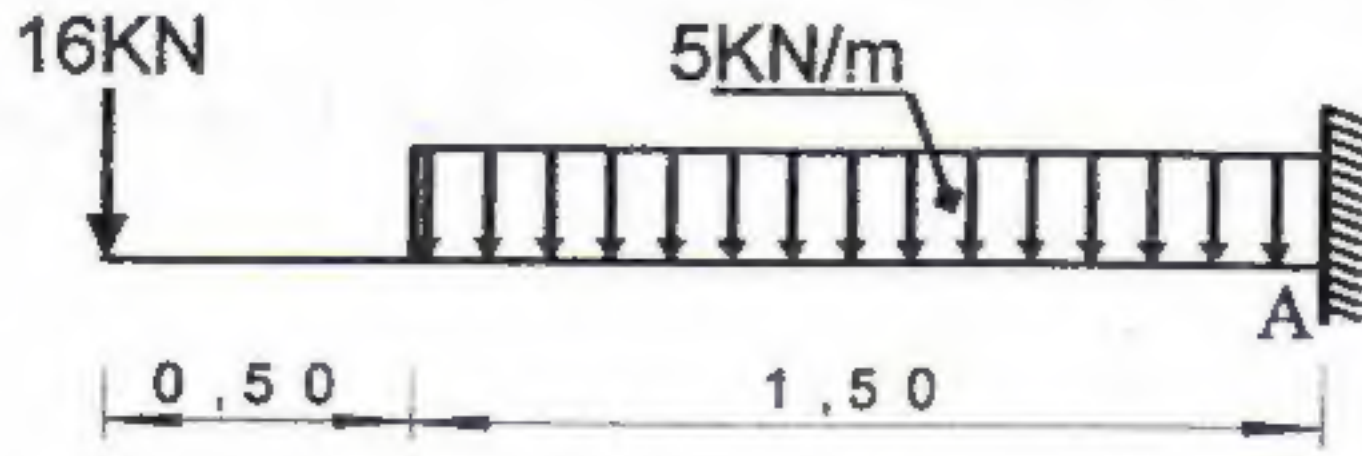
- 1- احسب السمّ الإحداثي  $G_{OA}$ .
- 2- استنتج الأسمت الإحداثية:  $G_{OB}$ ،  $G_{OC}$  و  $G_{OD}$ .
- 3- باستعمال طريقة الإحداثيات القطبية احسب مساحة القطعة "ABCD".



الشكل 2



رافدة معدنية ترتكز على مسند ثلاثي (موثوق) تخضع لجملة من الحمولات كما هو موضح في (الشكل 3):



الشكل 3

العمل المطلوب:

- 1- احسب ردود الأفعال في المسند A.
- 2- اكتب معادلات عزم الانحناء  $M_f$  و الجهد القاطع T.
- 3- ارسم منحنيات الجهد القاطع T وعزم الانحناء  $M_f$  على الصفحة 8 من 8.
- 4- حدد القيمة القصوى لكل من عزم الانحناء  $M_f$  والجهد القاطع T.
- 5- حدد اعتمادا على الجدول المرفق، المجنب المناسب الذي يحقق المقاومة علما أن الرافدة

تخضع إلى عزم انحناء أعظمي يقدر بـ:  $M_{fmax} = 37,63 \text{ KN.m}$

و  $\bar{\sigma} = 1600 \text{ daN /cm}^2$

جدول خصائص مجنبات IPN

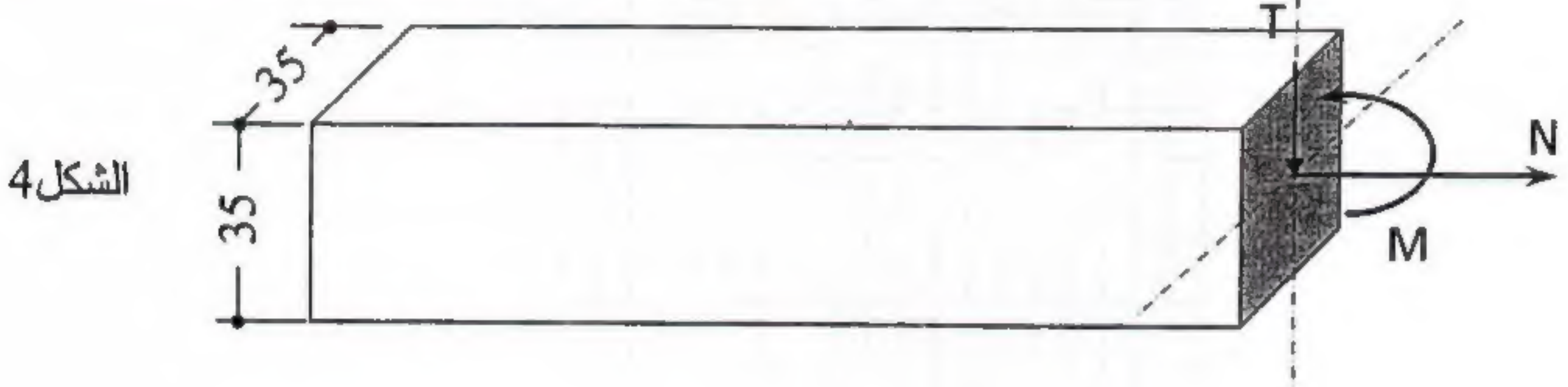


المسألة الرابعة دراسة مقاومة المواد: (06 نقاط)

(الشكل 4) يمثل مقطعا عرضيا  $(35 \times 35) \text{ cm}^2$  لجسم صلب متجانس يخضع لتأثيرات ميكانيكية

داخلية مختلفة حسب الحالات  
الموضحة في الجدول التالي:

المعطيات الحالة	N (KN)	T (KN)	M (KN.m)
الحالة الأولى	350	0	0
الحالة الثانية	0	200	0
الحالة الثالثة	0	227	86



العمل المطلوب:

1- دراسة الحالة الأولى:

أ- ما هو نوع التحريض الناتج في المقطع؟ لماذا؟

ب- احسب الإجهاد الناتج.

ج- تأكد من مقاومة المقطع علما أن:  $\bar{\sigma} = 42 \text{ daN / cm}^2$

2- دراسة الحالة الثانية:

أ- ما هو نوع التحريض الناتج في المقطع؟ لماذا؟

ب- احسب الإجهاد الناتج.

ج- تأكد من مقاومة المقطع علما أن:  $\bar{\tau} = 25 \text{ daN / cm}^2$

3- دراسة الحالة الثالثة:

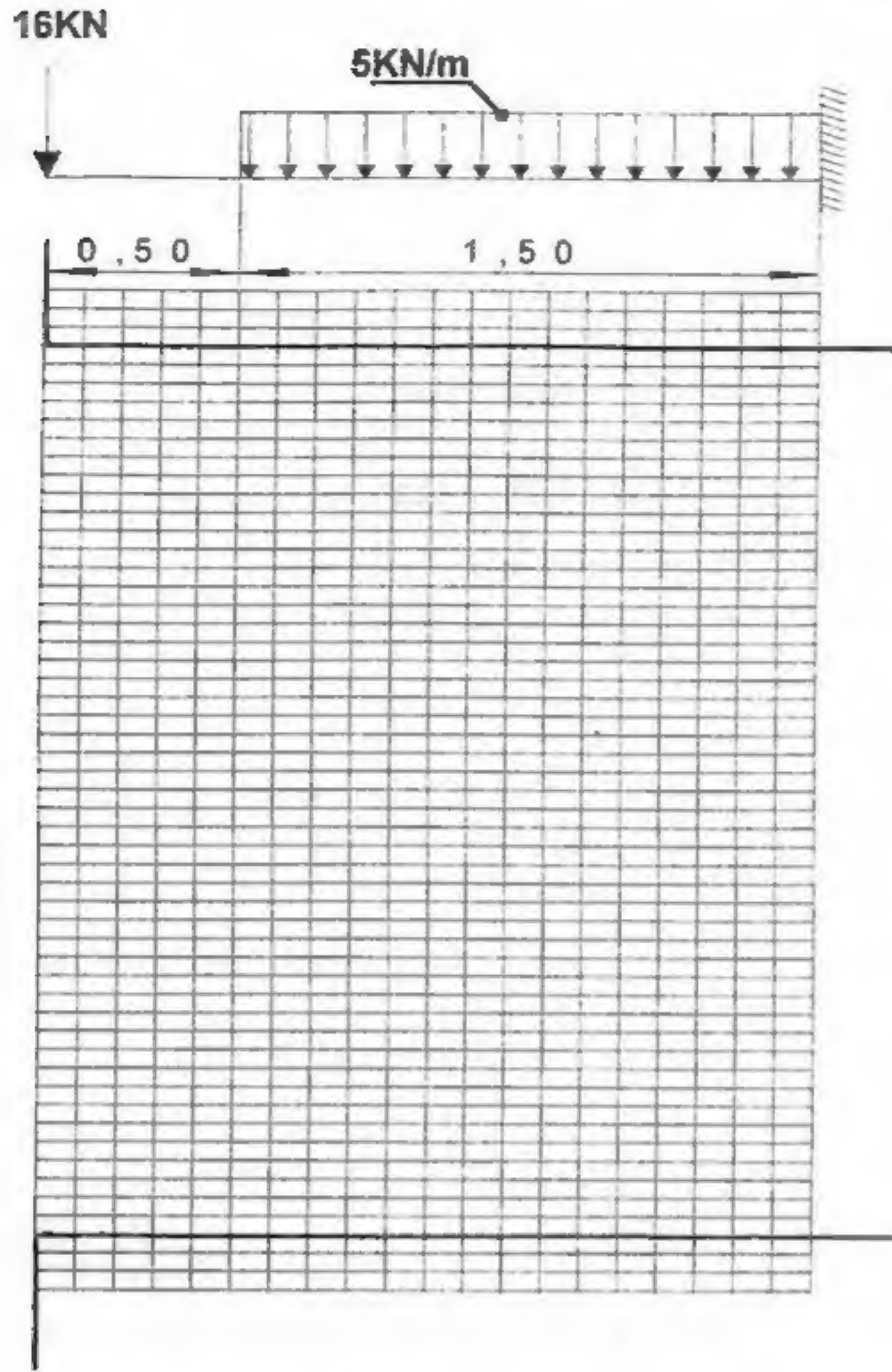
أ- ما هو نوع التحريض الناتج في المقطع؟ لماذا؟

ب- احسب الإجهادات الناتجة.

ج- هل المقاومة محققة؟ علما أن:  $\bar{\sigma} = 84 \text{ daN / cm}^2$  و  $\bar{\tau} = 20 \text{ daN / cm}^2$

ملاحظة: أعد تدوين النتائج على الجدول المرفق بالصفحة 8 من 8

منحنى خاص بالمسألة الثالثة:



جدول خاص بالمسألة الرابعة:

المعطيات الحالات	N KN	T KN	M KN·m	نوع التحريض	$\sigma$ da N/cm <sup>2</sup>	$\tau$ da N/cm <sup>2</sup>	المقاومة محققة "نعم" أو "لا"
الحالة الأولى	350	0	0				
الحالة الثانية	0	200	0				
الحالة الثالثة	0	227	86				

ملاحظة: ينجز العمل المطلوب على الورقة، ويعاد مع الإجابة.



## الإجابة النموذجية

07

عدد الصفحات

الموضوع الأول

عناصر الإجابة

العلامة

مجزأة

مجموع

03

4 X 0.75

المسألة الأولى دراسة تكنولوجية (03 نقاط):

العناصر الحاملة المكونة للمنشأ العلوي لبناية هي :  
الأعمدة- الروافد - الأرضيات(البلاطات) - الجدران الحاملة.

المسألة الثانية دراسة طبوغرافية (4.5 نقاط):

مساحة القطعة ABCD:

	X	Y	$\Delta x$	$\Delta y$	$Y \Delta X$	$X \Delta Y$
D	90.60	8.30	/	/	/	/
A	105.30	87.40	-121.86	-94.06	-10650.56	-9904.52
B	212.46	102.36	-111.08	74.62	-11370.15	15853.77
C	216.38	12.78	121.86	94.06	1557.37	20352.70
D	90.60	8.30	111.08	-74.62	921.96	-6760.57
A	105.30	87.40	/	/	/	/

01  
01  
01  
01

0,5

$$S = -\frac{1}{2} \sum y_n (x_{n-1} - x_{n+1}) \quad \text{أو} \quad S = \frac{1}{2} \sum x_n (y_{n-1} - y_{n+1})$$

$$S = \frac{1}{2} 1954,38 = 9770,69 \text{ m}^2$$

04.5



**المسألة الثالثة دراسة جملة مثلية (6 نقاط):**

1-  $b=2n-3=20-3=17$  الجملة محددة مكونيا.  
2- حساب ردود الأفعال:

$$1-\sum F/x=0 \quad H_A=0$$

$$2-\sum F/y=0 \rightarrow V_A=V_B=\sum \frac{F}{2}=\frac{120}{2}=60\text{KN}$$

3- حساب الجهود المؤثرة على القضبان 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8 والعقدة F:

$$\sum F/x=0 \rightarrow N_2=0\text{KN}$$

$$\sum F/y=0 \rightarrow N_1-10=0 \rightarrow N_1=10\text{KN}$$

**العقدة A:**

$$\sum F/y=0, 60-10-N_3\sin\alpha=0, N_3=\frac{50}{0,32}=156,25\text{KN}$$

$$\sum F/x=0, N_4-N_3\cos\alpha=0, N_4=(156,25)\cdot 0,95=148,44\text{KN}$$

**العقدة H:**

$$\sum F/x=0, N_6+156,25\cdot 0,95=0 \quad N_6=148,44\text{KN}$$

$$\sum F/y=0, -N_5-20+158,23\cdot 0,32=0, N_5=30\text{KN}$$

**العقدة C:**

$$N_7=93,75$$

$$N_7=\frac{30}{\sin\alpha}=\frac{30}{0,32}=93,75$$

$$N_8=148,44+N_7\cdot 0,95=237,50$$

القضبان	AF	FH	AH	AC	CH	HI	CI	CD	ID
الجهد الداخلي	$N_1$	$N_2$	$N_3$	$N_4$	$N_5$	$N_6$	$N_7$	$N_8$	$N_9$
الشدة (KN)	10	0	156,25	148,44	30	148,44	93,75	237,50	40
الطبيعة	ضغط	/	ضغط	شد	شد	ضغط	ضغط	شد	شد

4- المقاومة محققة في العنصر ID:

$$\sigma < \bar{\sigma} \Leftrightarrow \frac{N_9}{2S} \leq \bar{\sigma}$$

$$\frac{40 \times 10^2}{2 \times 12,27} = 163 \leq 1600$$



**المسألة الرابعة (6.50 نقطة):**

**1. حساب ردود الأفعال:**

0.50

0.50

$$\begin{cases} \Sigma H=0 \\ \Sigma V=0 \\ \Sigma M/A=0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} H_A = 0 \text{ KN} \\ V_A + V_B = (8 \times 5,50) + 14 \\ \frac{8 \times 5,50^2}{2} + 14 \times 5,50 = V_B \times 4,00 \end{cases}$$

$$\begin{cases} H_A = 0 \\ V_A + V_B = 58 \\ V_B = \frac{8 \times 5,50^2}{4} + 14 \times 5,50 = 49,50 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} H_A = 0 \text{ KN} \\ V_B = 49,50 \text{ KN} \\ V_A = 8,50 \text{ KN} \end{cases}$$

**2. كتابة معادلات  $M_f$  و  $T$ :**

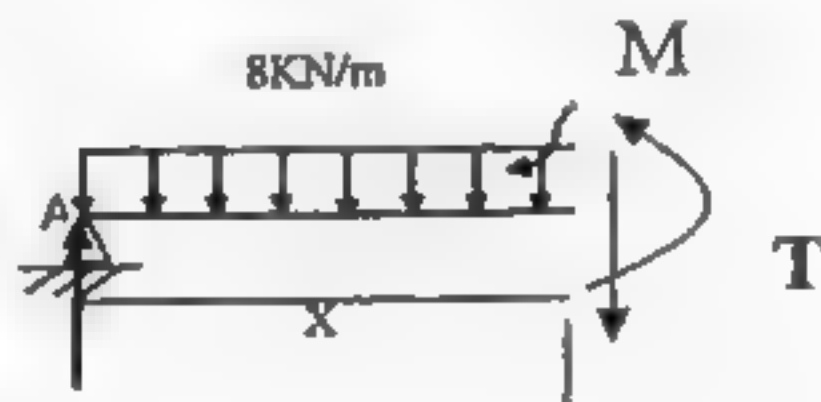
المجال الأول  $0 \leq x < 4,00$

0.50

0,25

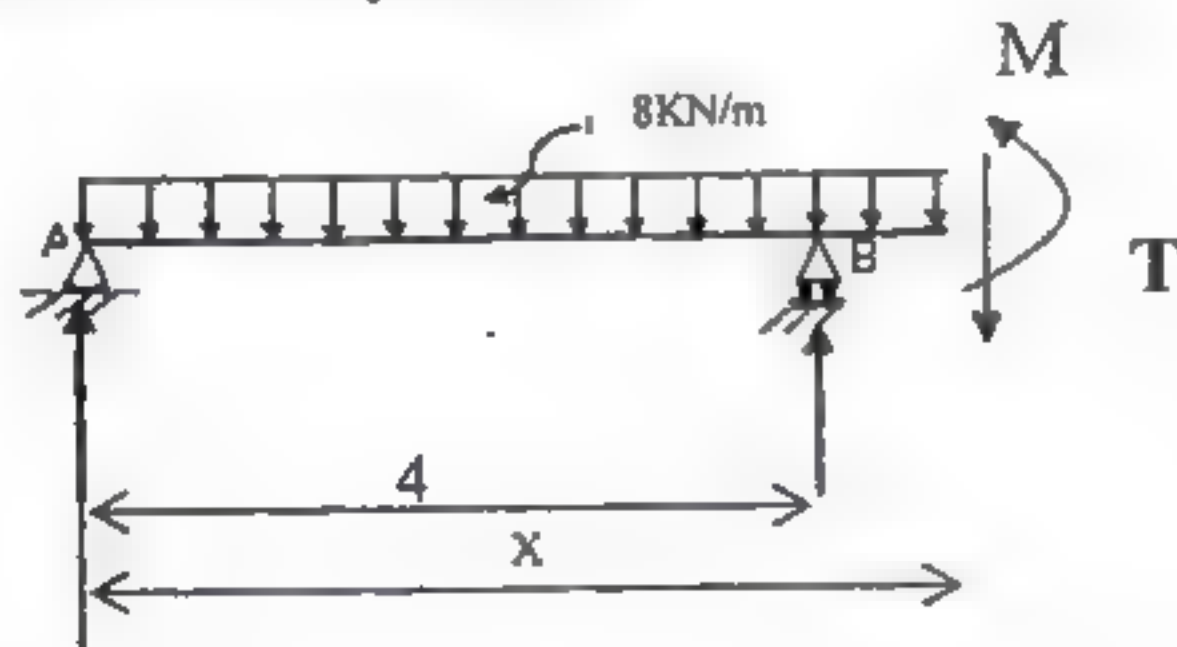
0,5

0,25



$$\begin{aligned} M_f(x) &= 8,50x - \frac{8x^2}{2} \\ &= -4x^2 + 8,50x \quad \begin{cases} M_f(0) = 0 \text{ (KN.m)} \\ M_f(4) = -30 \text{ (KN.m)} \end{cases} \\ T(x) &= -8x + 8,50 \\ \begin{cases} T(0) = 8,50 \text{ KN} \\ T(4) = -23,50 \text{ KN} \end{cases} \end{aligned}$$

المجال الثاني  $4,00 \leq x < 5,50$



0,5

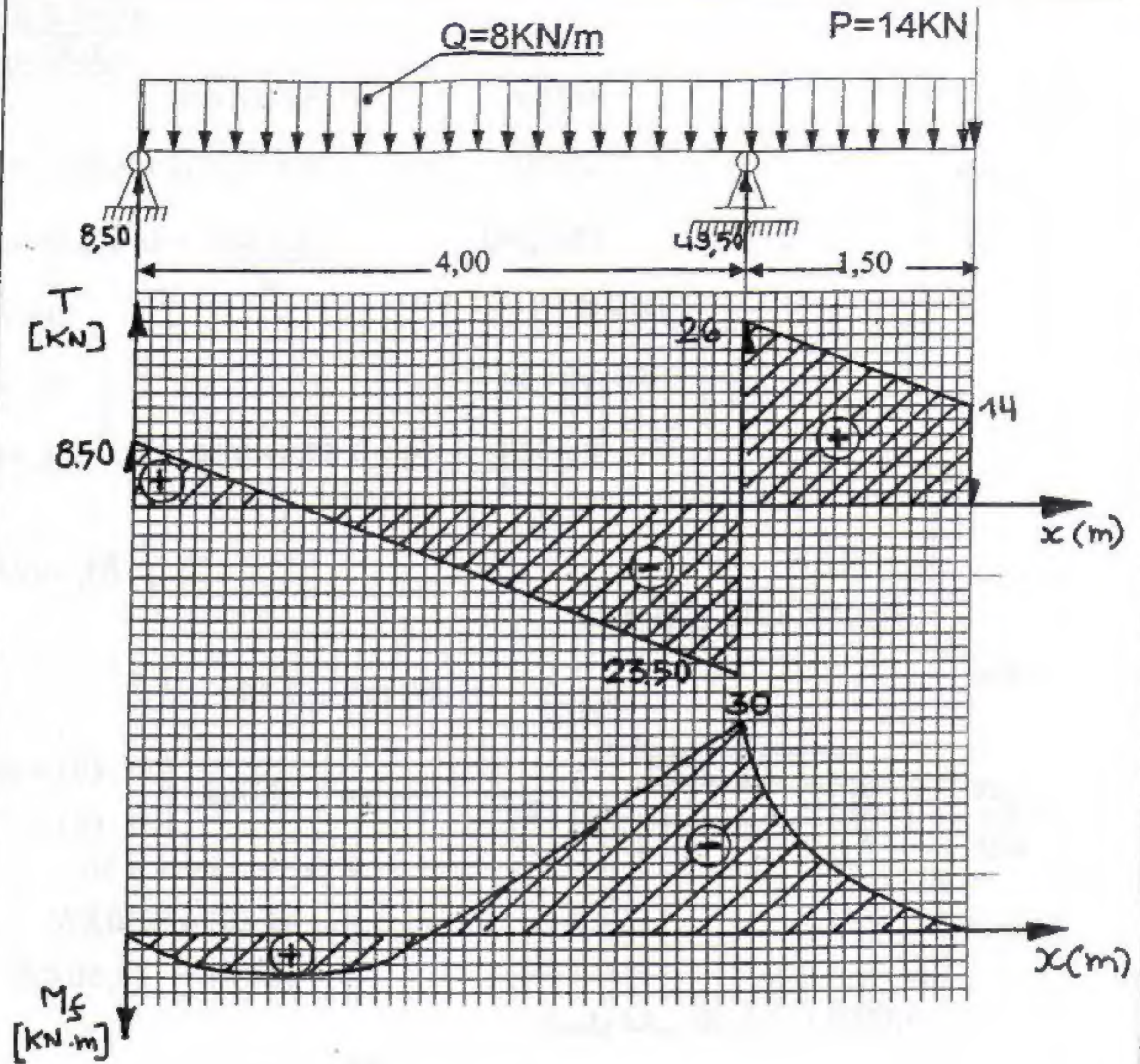
0.25

0,5

0.25

$$\begin{aligned} M_f(x) &= 8,50x - 8 \cdot \frac{x^2}{2} + 49,50(x - 4) \\ &= -4x^2 + 58x - 198 \\ \begin{cases} M_f(4) = -30 \\ M_f(5,5) = 0 \end{cases} \\ T(x) = M'_f(x) &= -8x + 58 \\ \begin{cases} T(4) = 26 \text{ KN} \\ T(5,50) = 14 \text{ KN} \end{cases} \end{aligned}$$





$$\sigma_{1\max} = \frac{M_{f\max} \times \frac{40}{2}}{25 \times 40^3} = 0,45 \text{ KN/cm}^2$$

$$\sigma_{2\max} = \frac{M_{f\max} \times \frac{25}{2}}{40 \times 25^3} = 0,72 \text{ KN/cm}^2$$

5- الوضعية المحققة للمقاومة هي : الوضعية A

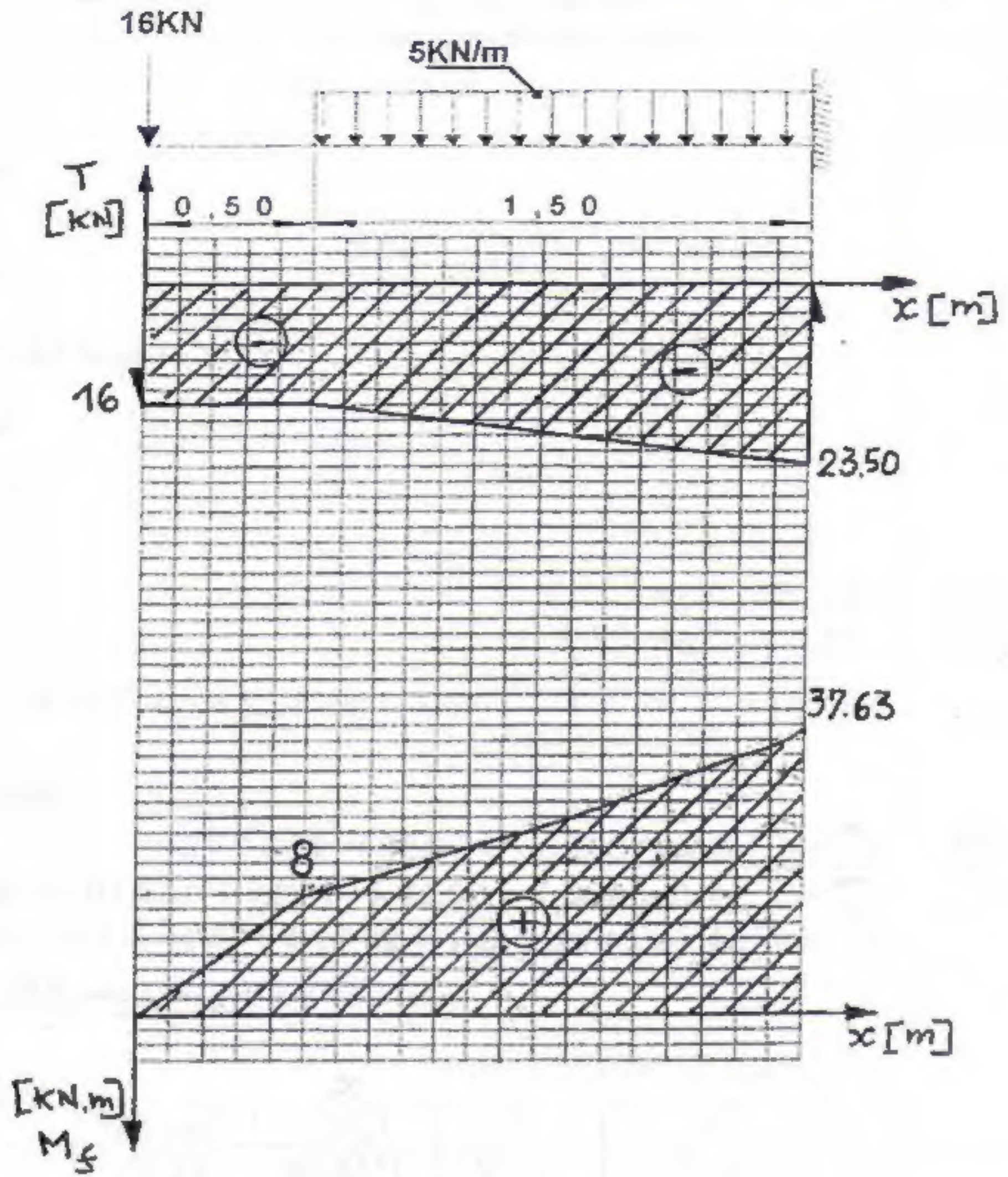
لأن :  $\sigma_{1\max} < \sigma_{2\max}$



العلامة		عناصر الإجابة	الموضوع الثاني																																		
مجموع	مجزأة																																				
03	01x3	المسألة الأولى (03 نقاط):																																			
		1 طبقة الإنضغاط .....																																			
		2 شبكة ملحمة .....																																			
		3 عروق من الخرسانة المسلحة (رفيدات) .....																																			
		المسألة الثانية (05 نقاط):																																			
		1. حساب السميت الاحداثي $G_{OA}$																																			
		0.25 $\Delta X_{OA} = X_A - X_O = 12,19$																																			
		0.25 $\Delta Y_{OA} = Y_A - Y_O = 37,27$																																			
		0.5 $Tan(g) = \frac{\Delta X_{OA}}{\Delta Y_{OA}} = \frac{12,19}{37,27} = 0.327 \gg G_{OA} = g = 20.12Gr$																																			
		2. حساب $G_{OB}$ ، $G_{OC}$ ، $G_{OD}$																																			
0.5 $G_{OB} = G_{OA} + \alpha_1 = 20.12 + 93.15 = 113.27Gr$																																					
0.5 $G_{OC} = G_{OA} + (\alpha_1 + \alpha_2) = 20.12 + (93.15 + 123.10) = 236.37Gr$																																					
0.5 $G_{OD} = G_{OA} + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3) = 20.12 + (93.15 + 123.10 + 86.4) = 322.77Gr$																																					
3. حساب مساحة القطعة ABCD بتطبيق طريقة الإحداثيات القطبية.																																					
$S = \frac{1}{2} \sum L_n L_{n+1} \cdot \sin(G_{n+1} - G_n)$																																					
4x0.5		<table><tr><th></th><th>L</th><th>G</th><th><math>L_n - L_{n+1}</math></th><th><math>G_{n+1} - G_n</math></th><th><math>\sin \Delta G</math></th><th><math>L_n L_{n+1} \sin(\Delta G)</math></th></tr><tr><td>A</td><td>39.21</td><td>20.12</td><td>1158.66</td><td>93.15</td><td>0.99</td><td>1147.07</td></tr><tr><td>B</td><td>29.55</td><td>113.27</td><td>1002.04</td><td>123.10</td><td>0.93</td><td>931.90</td></tr><tr><td>C</td><td>33.91</td><td>236.37</td><td>860.97</td><td>86.40</td><td>0.98</td><td>843.75</td></tr><tr><td>D</td><td>25.39</td><td>322.77</td><td>995.54</td><td>-302.65</td><td>1</td><td>995.54</td></tr></table>		L	G	$L_n - L_{n+1}$	$G_{n+1} - G_n$	$\sin \Delta G$	$L_n L_{n+1} \sin(\Delta G)$	A	39.21	20.12	1158.66	93.15	0.99	1147.07	B	29.55	113.27	1002.04	123.10	0.93	931.90	C	33.91	236.37	860.97	86.40	0.98	843.75	D	25.39	322.77	995.54	-302.65	1	995.54
		L	G	$L_n - L_{n+1}$	$G_{n+1} - G_n$	$\sin \Delta G$	$L_n L_{n+1} \sin(\Delta G)$																														
	A	39.21	20.12	1158.66	93.15	0.99	1147.07																														
	B	29.55	113.27	1002.04	123.10	0.93	931.90																														
	C	33.91	236.37	860.97	86.40	0.98	843.75																														
D	25.39	322.77	995.54	-302.65	1	995.54																															
$S = \frac{1}{2} [1158,66 \cdot \sin(93,15) + 1002,04 \cdot \sin(123,10) + 860,97 \cdot \sin(86,40) + 995,54 \cdot \sin(-302,65)]$																																					
0.50	$= \begin{cases} \frac{1}{2} [3918,26] = 1959,13m^2 & \text{إذا أخذنا رقمين بعد الفاصلة} \\ \frac{1}{2} [3924,327] = 1962,164m^2 & \text{إذا أخذنا ثلاثة أرقام بعد الفاصلة} \end{cases}$																																				
	المسألة الثالثة (06 نقاط):																																				
1- حساب ردود الأفعال :																																					
0,50	$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow H_A = 0 \text{ KN}$																																				
0,50	$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow V_A = 23,50 \text{ KN}$																																				
0,50	$\Sigma M/A = 0 \Rightarrow M = 37,625 \text{ KN.m}$																																				
2x0.75	<table><tr><th>X(m)</th><th>M(KN.m)</th><th>T(KN)</th></tr><tr><td rowspan="2"><math>0 \leq x &lt; 0,5</math></td><td><math>M(x) = -16x</math></td><td><math>T(x) = -16</math></td></tr><tr><td><math>M(0) = 0; M(0,5) = -8</math></td><td><math>T(0) = -16; T(0,5) = 16</math></td></tr></table>	X(m)	M(KN.m)	T(KN)	$0 \leq x < 0,5$	$M(x) = -16x$	$T(x) = -16$	$M(0) = 0; M(0,5) = -8$	$T(0) = -16; T(0,5) = 16$																												
	X(m)	M(KN.m)	T(KN)																																		
$0 \leq x < 0,5$	$M(x) = -16x$	$T(x) = -16$																																			
	$M(0) = 0; M(0,5) = -8$	$T(0) = -16; T(0,5) = 16$																																			
2x0.75	<table><tr><td rowspan="2"><math>0,5 \leq x \leq 2,00</math></td><td><math>M(x) = -5/2x^2 - 13,5x - 0,625</math></td><td><math>T(x) = -5x - 13,5</math></td></tr><tr><td><math>M(x) = -8; M(2) = -37,625</math></td><td><math>T(0,5) = -16; T(2) = -23,5</math></td></tr></table>	$0,5 \leq x \leq 2,00$	$M(x) = -5/2x^2 - 13,5x - 0,625$	$T(x) = -5x - 13,5$	$M(x) = -8; M(2) = -37,625$	$T(0,5) = -16; T(2) = -23,5$																															
	$0,5 \leq x \leq 2,00$		$M(x) = -5/2x^2 - 13,5x - 0,625$	$T(x) = -5x - 13,5$																																	
$M(x) = -8; M(2) = -37,625$		$T(0,5) = -16; T(2) = -23,5$																																			



3- رسم منحنيات الجهد القاطعة T و عزم M



$$M_{f \max} = 37,63 \text{ kN.m} \quad -4$$

$$T_{\max} = 23,50 \text{ kN}$$

$$\sigma \leq \bar{\sigma} \Leftrightarrow \frac{M_{f \max}}{W_{xx}} \leq \bar{\sigma} \quad -5 \quad \text{تحديد المجنب المناسب}$$

$$W_{xx} \geq \frac{37,63}{1600} \times 10^4 \geq 235,19 \text{ cm}^3$$

نختار IPN 220



المسألة الرابعة دراسة مقاومة المواد (06 نقاط)  
الحالة الأولى :

a. نوع التحريض شد بسيط

$$\begin{cases} N > 0 \\ T = M = 0 \end{cases} \quad \text{لأنه}$$

$$\sigma = \frac{N}{S} = \frac{350 \times 10^2}{35^2} = 28,57 \text{ daN/cm}^2 \quad \text{ب)}$$

$$\sigma < \bar{\sigma} \Leftrightarrow 28,57 < 42 \quad \text{ج) المقاومة محققة}$$

الحالة الثانية :

أ) نوع التحريض قص بسيط

$$\begin{cases} T \neq 0 \\ N = M = 0 \end{cases} \quad \text{لأنه}$$

$$\tau = \frac{T}{S} = \frac{200 \times 10^2}{35^2} = 16,33 \text{ daN/cm}^2 \quad \text{ب)}$$

$$\tau < \bar{\tau} \Leftrightarrow 16,33 < 25 \quad \text{ج) المقاومة المحققة}$$

الحالة الثالثة :

$$\begin{cases} N = 0 \\ T \neq 0 \\ M \neq 0 \end{cases} \quad \text{لأنه} \quad \text{أ) نوع التحريض انحناء مستوى بسيط}$$

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I_x} = 120,35 \text{ daN/cm}^2 \quad \text{ب)}$$

$$\tau = \frac{3T}{2S} = 27,80 \text{ daN/cm}^2$$

$$\tau > \bar{\tau} \quad 27,80 > 20 \quad \text{أو} \quad \sigma > \bar{\sigma} \quad 120,35 > 84 \quad \text{ج) المقاومة غير محققة}$$

المعطيات	N	T	M	نوع التحريض	$\sigma$	$\tau$	المقاومة محققة
الحالات	KN	KN	KN·m		da N/cm <sup>2</sup>	da N/cm <sup>2</sup>	نعم * أو لا
الحالة الأولى	350	0	0	شد بسيط	28.57	/	نعم
الحالة الثانية	0	200	0	قص بسيط	/	16.33	نعم
الحالة الثالثة	0	227	86	إنحناء مستوي بسيط	120.35	27.80	لا